

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-353565

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl. G08B 21/00
G08G 1/16
H04N 7/18

(21)Application number : 10-160952

(71)Applicant : YAZAKI CORP

(22)Date of filing : 09.06.1998

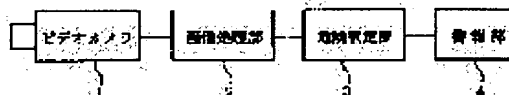
(72)Inventor : SASAKI KAZUYUKI
ISHIKAWA NAOTO
NAKAJIMA MASATO
MIYAOKA HIROSADA

(54) METHOD AND DEVICE FOR ALARM OF COLLISION FOR VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and device for alarm of collision for vehicle which quickly detects a danger of collision to properly give an alarm in order to enable a user to surely take a collision avoiding action.

SOLUTION: For the purpose of discriminating a danger of collision to give an alarm, a danger discrimination means 3 calculates the collision time by an optical flow detected by a picture processing means 2. The picture processing means utilizes notice edges in the horizontal or vertical direction detected from two pictures different in time, which are obtained by a picture acquisition means 1, to detect the optical flow.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than abandonment the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 12.05.2004

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-353565

(43)公開日 平成11年(1999)12月24日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 8 B 21/00

G 0 8 B 21/00

H

N

G 0 8 G 1/16

G 0 8 G 1/16

C

H 0 4 N 7/18

H 0 4 N 7/18

J

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平10-160952

(22)出願日

平成10年(1998)6月9日

(71)出願人 000006895

矢崎総業株式会社

東京都港区三田1丁目4番28号

(72)発明者 佐々木 一幸

静岡県沼津市大岡2771 矢崎総業株式会社
内

(72)発明者 石川 直人

静岡県沼津市大岡2771 矢崎総業株式会社
内

(72)発明者 中島 真人

東京都調布市入間町3-14-18

(72)発明者 宮岡 大定

東京都葛飾区東新小岩3-8-4-906

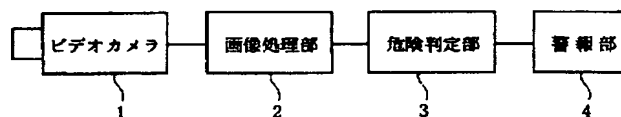
(74)代理人 弁理士 瀧野 秀雄 (外1名)

(54)【発明の名称】 車両用衝突警報方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 衝突回避行動を確実に行えるように、衝突の危険性を高速に検出して適切に警報できる車両用衝突警報方法及び装置を提供する。

【解決手段】 衝突の危険を判定して警報を発するため、画像処理手段2が検出したオプティカルフローにより危険判定手段3が衝突時間を算出している。画像処理手段がオプティカルフローを検出するために、画像取得手段1によって得た時間的に異なる2つの画像から検出した水平方向又は垂直方向の着目エッジを利用している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自車両から周辺を撮像して時間的に異なる 2 つの画像を取得し、
該取得した 2 枚の画像のうち先に取得した画像中の水平方向又は垂直方向の着目エッジを検出し、
該検出した着目エッジを囲む相関窓を利用して前記取得した 2 枚の画像のうち後に取得した画像中に前記着目エッジに対応した着目エッジを検出し、
前記検出した 2 つの着目エッジについてのオプティカルフローを検出し、
該検出したオプティカルフローにより衝突時間を算出し、
該算出した衝突時間により前記着目エッジを有するものとの衝突の危険を判定して警報を発することを特徴とする車両用衝突警報方法。

【請求項 2】 前記取得した 2 つの画像が、自車両から後側方を撮像して取得したものであることを特徴とする請求項 1 記載の車両用衝突警報方法。

【請求項 3】 前記取得した 2 つの画像の各々に複数の着目エッジが存在し、
各着目エッジごとに検出したオプティカルフローの各々により衝突時間を算出し、
該算出した衝突時間の等しくなる前記オプティカルフローに対応する前記着目エッジを 1 つの他車両の画像領域とし、前記算出した衝突時間により前記自車両に後側方より接近してくる前記画像領域の他車両の衝突の危険を判定して警報を発することを特徴とする請求項 2 記載の車両用衝突警報方法。

【請求項 4】 前記着目エッジの大きさにより前記 2 つの画像を取得する時間間隔を変更することを特徴とする請求項 1 ～ 3 記載の車両用衝突警報方法。

【請求項 5】 自車両から前方を撮像して時間的に異なる 2 つの画像を取得し、
該取得した 2 枚の画像のうち先に取得した画像中の水平方向又は垂直方向の着目エッジを検出し、
該検出した着目エッジを囲む相関窓を利用して前記取得した 2 枚の画像のうち後に取得した画像中に前記着目エッジに対応した着目エッジを検出し、
前記検出した 2 つの着目エッジについてのオプティカルフローを検出し、
該検出したオプティカルフローにより衝突時間を算出し、
該算出した衝突時間により前記自車両の前方に存在する前記着目エッジを有するものとの衝突の危険を判定して警報を発することを特徴とする車両用衝突警報方法。

【請求項 6】 自車両から後側方を撮像して時間的に異なる 2 つの画像を取得する画像取得手段と、
該画像取得手段により取得した 2 枚の画像のうち先に取得した画像中の水平方向又は垂直方向の着目エッジを検出し、該検出した着目エッジを囲む相関窓を利用して前

記取得した 2 枚の画像のうち後に取得した画像中に前記着目エッジに対応した着目エッジを検出し、前記検出した 2 つの着目エッジについてのオプティカルフローを検出する画像処理手段と、

該画像処理手段により検出したオプティカルフローにより衝突時間を算出し、該算出した衝突時間により前記着目エッジを有するものとの衝突の危険を判定して危険を示す警報信号を発する危険判定手段とを備えることを特徴とする車両用衝突警報装置。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は車両用衝突警報方法及び装置に係り、特に、自動車などの車両に設置した小型 CCD カメラのような撮像装置によって後側方や前方を撮像し、その撮像された画像に基づいて自車両の周囲の後側方からの接近車両や前方車両との衝突の可能性を検知して警報を発し、例えば運転者に対して警報等によって知らせるための車両用衝突警報方法及び装置に関するものである。

20 【0002】

【従来の技術】例えば高速道路などの片側 2 車線以上の道路を車両が走行中に、その車両の運転者が車線変更を行なう際に、その車両が変更しようとする隣接車線に自車両よりも速い速度で走行中の他車両が後側方から追いついてきたような場合には、その他車両の存在を前記運転者が見落したまま車線変更を行なうと、大事故につながる危険性が極めて高い。

【0003】また、自車両と同じ車線を後続の他車両が走行している場合にも、後続の他車両が自車両よりも速い速度（互いに対地速度で比較して）で急接近してきたようなときには、自車両が急ブレーキをかけるなどすると追突される危険性があり、この意味でも近接車両を確実に認識しておくことが必要である。これとは逆に、自車両が前方車両に急接近したときに、前方車両が急ブレーキをかけるなどすると自車両が追突する危険性があり、前方車両を確実に認識しておく必要がある。

【0004】そこで従来、オプティカルフローの検出を応用して、自車両の前方車両への接近や自車両に対する後側方からの他車両の接近を検出して衝突の危険性があれば警報するものが考えられている（特開平 6 - 1 0 7 0 9 6 号公報、特開平 7 - 5 0 7 6 9 号公報）。

【0005】これらの従来技術では、自車両に取り付けたビデオカメラによって前方あるは後側方を撮影して得た時間的に前後する 2 つの画像を処理することによってオプティカルフローを得、このオプティカルフローの性質を利用して衝突の危険性の大小を判断している。すなわち、オプティカルフローからは接近速度や接近車両までの距離を独立して算出することができないので、オプティカルフローの長さは、自車両に対する接近車両の接近速度が速いほど、また自車両に対する接近車両の距離

が短いほど、大きくなるという性質を利用したものである。

【0006】ところで、上述した従来のものでは、オプティカルフローを得るため、図9に示すように、2つの撮影画像のなかの例えば接近車両の輝度変化のある点A（時間的に早い前画像中のもの）及びB（時間的に遅い後画像中のもの）を着目点とし、この着目点の周囲に相関窓WA及びWBをそれぞれ設け、この相関窓内の画素を処理することでオプティカルフローを抽出していた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した従来の手法では、着目点を中心とした相関窓は処理時間を考慮するとあまり大きなサイズにすることができないため、例えば7画素×7画素のサイズにすると、時間的に異なる2つの画像間で対応する点を検出する際の精度が低くなる他、接近車両に輝度変化のある点が多数存在すると、着目点が多くなってその処理に要する時間が長くなるなどの問題があった。

【0008】ところで、運転者が衝突警報により運転に修正を加え、衝突をさける動作を行うのに時間が必要であるので、衝突を警報するには、回避動作に要する以前に警報を発生することが望ましい。

【0009】よって、本発明は、上述した従来の問題点に鑑み、衝突回避行動を確実に行えるように、衝突の危険性を高速に検出して適切に警報できる車両用衝突警報方法及び装置を提供することを課題としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためなされた請求項1に係る発明は、自車両から周辺を撮像して時間的に異なる2つの画像を取得し、該取得した2枚の画像のうち先に取得した画像中の水平方向又は垂直方向の着目エッジを検出し、該検出した着目エッジを囲む相関窓を利用して前記取得した2枚の画像のうち後に取得した画像から前記着目エッジに対応した着目エッジを検出し、前記検出した2つの着目エッジについてのオプティカルフローを検出し、該検出したオプティカルフローにより衝突時間を算出し、該算出した衝突時間により前記着目エッジを有するものとの衝突の危険を判定して警報を発することを特徴とする車両用衝突警報方法に存する。

【0011】上記手順により、衝突の危険を判定して警報を発するためオプティカルフローにより衝突時間を算出しているが、このオプティカルフローの検出に、時間的に異なる2つの画像から検出した水平方向又は垂直方向の着目エッジを利用しているため、相関窓が大きくなると共に、検出しなければならないオプティカルフローの数が少なくなる。

【0012】また、請求項2に係る発明は、請求項1に記載の車両用衝突警報方法において、前記取得した2つの画像が、自車両から後側方を撮像して取得したもので

あることを特徴とする車両用衝突警報方法に存する。

【0013】上記手順により、取得した2つの画像が、自車両から後側方を撮像して取得したものであるため、算出した衝突時間により、自車両に後側方より接近してくる着目エッジを有する他車両との衝突の危険を判定して警報を発することができる。

【0014】また、請求項3に係る発明は、請求項2に記載の車両用衝突警報方法において、前記取得した2つの画像の各々に複数の着目エッジが存在し、各着目エッジごとに検出したオプティカルフローの各々により衝突時間を算出し、該算出した衝突時間の等しくなる前記オプティカルフローに対応する前記着目エッジを1つの他車両の画像領域とし、前記算出した衝突時間により前記自車両に後側方より接近してくる前記画像領域の他車両の衝突の危険を判定して警報を発することを特徴とする車両用衝突警報方法に存する。

【0015】上記手順により、算出した衝突時間の等しくなるオプティカルフローに対応する着目エッジを1つの他車両の画像領域とし、算出した衝突時間により自車両に後側方より接近してくる画像領域の他車両の衝突の危険を判定して警報を発するので、複数の他車両が前後して接近する場合に、接近車両を分離して検出できる。

【0016】また、請求項4に係る発明は、請求項1～3に記載の車両用衝突警報方法において、前記着目エッジの大きさにより前記2つの画像を取得する時間間隔を変更することを特徴とする車両用衝突警報方法に存する。

【0017】上記手順により、着目エッジの大きさにより2つの画像を取得する時間間隔を変更するので、着目エッジが大きく接近車両が近いときには2つの画像を取得する時間間隔を短くして検出処理を短くでき、着目エッジが小さく接近車両が遠いときには2つの画像を取得する時間間隔を長くして大きなオプティカルフローとして検出することができる。

【0018】更に、上記課題を解決するためなされた請求項5に係る発明は、自車両から前方を撮像して時間的に異なる2つの画像を取得し、該取得した2枚の画像のうち先に取得した画像中の水平方向又は垂直方向の着目エッジを検出し、該検出した着目エッジを囲む相関窓を利用して前記取得した2枚の画像のうち後に取得した画像中に前記着目エッジに対応した着目エッジを検出し、前記検出した2つの着目エッジについてのオプティカルフローを検出し、該検出したオプティカルフローにより衝突時間を算出し、該算出した衝突時間により前記自車両の前方に存在する前記着目エッジを有するものとの衝突の危険を判定して警報を発することを特徴とする車両用衝突警報方法に存する。

【0019】上記手順により、衝突の危険を判定して警報を発するためオプティカルフローにより衝突時間を算出しているが、このオプティカルフローの検出に自車両

10

20

30

40

50

から前方を撮像して取得した時間的に異なる2つの画像から検出した水平方向又は垂直方向の着目エッジを利用しているため、相関窓が大きくなると共に、検出しなければならないオプティカルフローの数が少なくなると、算出した衝突時間により、自車両が接近する着目エッジを有する他車両などのものとの衝突の危険を判定して警報を発することができる。

【0020】更にまた、上記課題を解決するためなされた請求項6に係る発明は、自車両から後側方を撮像して時間的に異なる2つの画像を取得する画像取得手段と、該画像取得手段により取得した2枚の画像のうち先に取得した画像中の水平方向又は垂直方向の着目エッジを検出し、該検出した着目エッジを囲む相関窓を利用して前記取得した2枚の画像のうち後に取得した画像中に前記着目エッジに対応した着目エッジを検出し、前記検出した2つの着目エッジについてのオプティカルフローを検出する画像処理手段と、該画像処理手段により検出した衝突時間により前記着目エッジを有するものとの衝突の危険を判定して危険を示す警報信号を発する危険判定手段とを備えることを特徴とする車両用衝突警報装置に存する。

【0021】上記構成により、衝突の危険を判定して警報を発するため、画像処理手段が検出したオプティカルフローにより危険判定手段が衝突時間を算出しているが、画像処理手段がオプティカルフローを検出するために、時間的に異なる2つの画像から検出した水平方向又は垂直方向の着目エッジを利用しているため、画像処理手段において画像処理のために使用する相関窓が大きくなると共に、画像処理手段が検出しなければならないオプティカルフローの数が少なくなる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は本発明の車両用衝突警報方法及び装置を適用した車両用後側方監視装置を示すブロック図であり、同図において、1は自車両の後部に後側方に向けて取り付けられる画像取得手段としてのビデオカメラ、2はビデオカメラ1によって得られた画像を入力し、後述する画像処理を行う画像処理部、3は画像処理部2での画像処理の結果から衝突の危険を判定して警報を発する危険判定部、4は危険判定部3が発する警報により運転手に危険を知らせる警報発生部である。この警報発生部4は、自車両が車線変更を行なうために方向指示器を作動させた場合には、その方向指示器の作動を入力として検知して、そのとき車線変更を行なうことは危険性が高いという旨の警告を、例えばアラーム音のような警報音等で運転者に対して知らせることで、上記のような車線変更の際などの他車との衝突や接触等の事故の発生を未然に防ぐことを可能とする。

【0023】図2は自車両20が走行している車線の隣

の車線を走行している他車両30が自車両20を追い越して行く状態において、ビデオカメラ1によって得られる後側方画像の変化を説明するための図であり、図中、41～43はいずれも道路40上の車線を区分するために道路40上に塗布された白線や黄線を示している。図3(a)及び(b)は図2に示す状態においてビデオカメラ1が撮像することによってビデオカメラ1内のイメージプレーン10の枠内に得られる後側方画像の概要を示し、(a)が時刻 $t - \Delta t$ に、(b)が時刻 t にそれぞれ撮像して取得した画像であり、これらの画像情報は画像処理部2内の図示しないフレームメモリにそれぞれ格納される。

【0024】この時間的に異なる2枚の画像において、例えば自車両20に接近している他車両30上の互に対応する点A、A'を捜しそれらを結ぶと、(b)中に示されるような速度ベクトルが得られ、これがオプティカルフローである。なお、他車両30が自車両20から遠ざかっているときには、ベクトル方向は逆になる。

【0025】なお、オプティカルフローは、画像内の無限遠点或いは消失点であるFOE (Focus of Expansion) と呼ばれる1点から放射状に現れる。FOEは自車両20が進行している場合、画像上において自車両の進行方向の正反対方向を示す1点に対応している。このように、自車両20が走行している場合に求められるオプティカルフローは、FOEから放射状の方向のものとなり、特に、同一車線又は隣接車線を走行している他車両30から発生されたオプティカルフローは自車両20に対する他車両の位置、相対速度などの情報を含んでおり、オプティカルフローが長く、かつ方向がFOEより発散する場合は危険度が高いとされる。

【0026】上述したオプティカルフローの詳細を、図4を参照して説明するが、図4はイメージプレーン10上における点A、A'およびオプティカルフローFと道路40上の撮像区域内の点P、P'との関係を模式的に示す図である。イメージプレーン10上の点A、A'と撮像区域内の点P、P'との対応関係は、他車両30の点とそれに対応する点との対応関係についても、また道路40上のレーンマーカの点とそれに対応する点との対応関係についても同じように成り立つ。

【0027】図4において、11はビデオカメラ1のレンズ系、また点P(X, Y, Z)はある時点での他車両30上の点、P'(X, Y, Z)はその次の画像の撮像が行なわれる時点つまり時間 Δt 後の他車両30上の点Pに対応する点、点A(x, y)は上記点Pに対応してイメージプレーン10上に結像される点、A'(x, y)は上記点P'に対応してイメージプレーン10上に結像される点、fはレンズ系11からイメージプレーン10までの距離である。

【0028】なお、説明の簡潔化を図るために、図4では座標軸Zは他車両30の走行方向に対して平行に取

てあり、またイメージプレーン10は座標軸Zに対して垂直に交わるように配置されているものとした。

$$x = f \cdot X / Z \quad \cdots (1)$$

$$X' = \{ (\Delta x / \Delta t) \cdot Z + x \cdot Z' \} / f \quad \cdots (2)$$

$$u = \Delta x / \Delta t \text{ とすると、} \quad \cdots (3)$$

$$Z = (f \cdot X' - x \cdot Z') / u \quad \cdots (4)$$

ここで、上記Z'は隣接車線を走行中の他車両30と自車両20との相対速度であるから、これをZ' = -α

とすると、上記(4)式は、

$$Z = (f \cdot X' + x \cdot \alpha) / u \quad \cdots (6)$$

【0030】従って、オブティカルフローFのx方向成分※

$$u = (f \cdot X' + x \cdot \alpha) / Z \quad \cdots (7)$$

そしてまた、オブティカルフローFのy方向成分(すな★

$$v = (f \cdot Y' + y \cdot \alpha) / Z \quad \cdots (8)$$

が得られる。

【0031】ところで、他車両30は一般に、図2に示すように、隣接車線45を直進しながら自車両20に追いついて来る場合が殆どである。つまりその移動の方向は殆どZ軸に平行である。X軸方向つまり横方向の動きについては、例えば他車両30が左車線44へと車線変更する場合か、あるいは特殊な事情などにより蛇行している場合などが考えられるが、いずれにせよそのようなX軸方向つまり横方向の動きの速さは本来の走行速度つまりZ軸方向の速度の大きさよりかなり小さいので、横方向の他車両30のオブティカルフローFのX軸方向成分については無視しても実質上構わない場合もある。これは、例えば図2中で他車両30が横方向右側へと動く場合には、他車両30はビデオカメラ1の死角の領域に積極的に侵入して行くことになり、それと同時に他車両30は自車両20からさらに離れて行く方向に動いていくことになるから、自車両20に対して接触や衝突する危険性が低くなる方向に向かうことになるからである。

【0032】従って、他車両30の速度ベクトルのX軸方向成分つまり横方向の速度の初期値については推測をしない場合について述べたが、このX軸方向成分についても推測するようにしても良いことは言うまでもない。また、他車両30のY軸方向の動きつまり高さ方向の動きについても、それを考慮しなければならない必然性は上記X軸方向の動きの場合よりもさらに薄いことは言うまでもない。

【0033】上記のような理由から、X軸方向およびY軸方向の他車両30の動きについては考慮に入れないで省略しても構わないことになる。よって、上記(7)式および(8)式において、X' = 0、Y' = 0をそれぞれ代入すると、

$$u = x \cdot \alpha / Z \quad \cdots (9)$$

$$v = y \cdot \alpha / Z \quad \cdots (10)$$

これらを整理すると、

$$Z / \alpha = x / u \quad \cdots (11)$$

* 【0029】この図4に基づいて幾何学的に考察すると、下記に示すような関係式が求められる。すなわち、

※分(すなわちΔx/Δt = u)は、

★わちΔy/Δt = v)についても上記とほぼ同様に、

$$Z / \alpha = y / v \quad \cdots (12)$$

となり、これが衝突時間となる。すなわち、Z/αは自車両と他車両との距離Zを相対速度αで割ったもので、Zが0となって衝突するまでの時間を表しているの、衝突時間が得られるものである。

20 【0034】上記式(12)を例として説明すると、衝突時間は車間距離Zと相対速度αからZ/αで求まるが、これはオブティカルフロー発生座標yとオブティカルフローのy座標方向成分の大きさvにより求められることが分かる。

30 【0035】上述したオブティカルフローFについての説明では、自車両20に接近している他車両30上の互いに対応する点A、A'を捜しそれらを結んで得られる速度ベクトルをオブティカルフローであるとしているが、画像処理部2が行う具体的な処理手法を以下説明する。

【0036】ところで、ビデオカメラ1によって得られる後側方画像を画像処理部2で画像処理することでエッジ画像が得られるが、このエッジ画像には水平エッジと垂直エッジが存在し、これらを検出することができるので、これを特徴量として選択することにより、この着目エッジについて、時間的に異なる2枚の画像間で対応をとることができる。よって、画像処理部2において着目エッジについてオブティカルフローを検出することができる。

40 【0037】例えば図5(a)に示すようなエッジ画像が得られた場合には、同一y座標値を有する連続点を抽出することにより、着目エッジとして、図5(b)に示すような数本の水平エッジが検出され、この水平エッジの例えば自車両に近い縁のy座標値のみを抽出することにより、水平エッジを細線化して図5(c)に示すような細線化水平エッジが検出される。そして、この細線化水平エッジを着目エッジに用いる。

50 【0038】なお、図5(a)のエッジ画像は、他車両30の画像とその他の道路や背景等の画像との輝度差を利用して、それらの間の境界であるエッジを正確に検出

することで得られるが、このエッジの検出には、検出精度を高めるために、前処理として微分処理によるエッジ強調や、空間フィルタリングを用いたノイズ除去などの画像処理手法が用いられることができ、また境界認識の手法としては、例えば Freeman の方式や Sklansky の方式や距離分割方式など種々の多角形近似方式などを用いることができる。

【0039】そして、図6に示すように、先ず先に取得した画像中から検出した着目エッジ $E(t - \Delta t)$ を囲む比較的大きな相関窓 $W(t - \Delta t)$ を設定し、この相関窓 $W(t - \Delta t)$ を用いて後に取得した画像中の対応する着目エッジ $E(t)$ を検出する。このようにして時間的に異なる2枚の画像間で対応する細線化水平エッジ $E(t - \Delta t)$ 、 $E(t)$ を検出する。

【0040】図示のように、細線化水平エッジ上の全ての点のオブティカルフローの始点の y 座標値とその y 座標方向成分である y 方向移動量が共に等しくなるので、画像処理部2では、2枚の画像間で対応する細線化水平エッジ上の対応点について1つのオブティカルフロー F を検出することができる。

【0041】画像処理部2においてオブティカルフロー F が検出されたら、危険判定部3において、先に取得した画像の着目エッジの上記 y 座標値を y_1 、上記 y 方向移動量を v_1 として、この着目エッジである細線化水平エッジを有する後側方から接近する他車両の衝突時間を、上記式(12)を用いて、

$$Z/\alpha = y_1 / v_1$$

により算出することができる。

【0042】上述のような着目エッジを使用した場合、相関窓 $W(t - \Delta t)$ 、 $W(t)$ は点を特徴量とした場合に比べて大きくなり、時間的に異なる2枚の画像間での対応を検出する際の精度が向上するようになり、また点よりもエッジの方が着目すべき特徴量の数が少なくなるので、それだけオブティカルフロー F を求めるための画像処理部2での処理時間が減少できるという効果が得られる。

【0043】上述のような危険判定部3における衝突時間の算出を水平エッジごとにすると、衝突時間の等しいものが存在するようになるが、この衝突時間の等しいエッジは同一車両から発生しているとすれば、これら衝突時間の等しいエッジを図7に示すように衝突時間毎に t_1 、 t_2 ($t_1 > t_2$) とまとめることによって、同一車両の存在する画像領域を抽出することができるようになる。このようにして同一車両の画像領域を抽出することによって、複数の車両が前後して接近してきている場合に、接近車両を分離して検出することができ、より正確な接近車両についての危険判定の結果の警報が実現できる。

【0044】なお、危険判定部3は、オブティカルフローにより算出した衝突時間に基づいて、接近しつつある

他車両との衝突の危険の判定を行うために、予め定めた判定値を有する。この判定値は自車両の加速性能などによって異なるものが設定される。これは、判定結果によって発する警報を何に利用するかによって状況が変わるが、例えば自車両の車線変更時にその危険性を知らせるために利用する場合には、加速性能が関係してくるからである。

【0045】さらに、着目エッジのエッジ長さは、一般に接近車両が遠方の場合小さく、接近車両が近い場合大きくなる。従って、このエッジ長さの特徴を利用し、エッジ長さが大きく接近車両が近い場合には2枚の画像間の時間差を小さく、逆にエッジ長さが小さく接近車両が遠い場合には、2枚の画像間の時間差を大きくすることでより確実な検出、警報を実現できるようになる。

【0046】すなわち、エッジ長さが大きく接近車両が近いときには画像間の時間差を小さくすることで、検出処理をできるだけ短くして時間遅れなく警報を発生し、これに対し、エッジ長さが小さく接近車両が遠いときには衝突までに時間的な余裕があるので、2枚の画像間の時間差を大きくしてベクトル長さの大きなオブティカルフローを発生させ、より正確な衝突時間を算出することを可能にすることができる。

【0047】以上の説明では、水平エッジを例に挙げているが、当然垂直エッジを着目エッジとして処理することも可能である。この場合、この着目エッジに基づく衝突時間の算出の仕方が変わるだけで、算出した衝突時間によるその他の処理は同じように行うことができる。すなわち、垂直エッジの場合にも、細線化垂直エッジ上の全ての点のオブティカルフローの始点の x 座標値とその x 座標方向成分である x 方向移動量が共に等しくなるので、 x 座標値を x_1 、 x 方向移動量を u_1 とすると、衝突時間は

$$Z/\alpha = x_1 / u_1$$

により算出することができる。

【0048】以上説明した本発明の方法及び装置の画像処理と危険判定の手順を要約して示すと図8のようになる。まず、ビデオカメラ1が撮像して得た自車両の後側方の時間的に異なる2枚の画像を図示しないフレームメモリにそれぞれ格納して取得する。次に、各画像中の対応する水平エッジを検出するが、この検出に当たって時間的に先に取得した画像中の着目水平エッジについて相関窓を設定し、この相関窓を利用して時間的に後の画像の対応する着目エッジを検出する。着目水平エッジが検出できたら、続いて、水平エッジによりオブティカルフローを検出する。オブティカルフローが検出できたら、次に、検出したオブティカルフローごとに衝突時間を算出する。そして、この算出した衝突時間により後側方から自車両に接近してくる他車両と自車両が衝突する危険を判定し、その結果により警報を発する。

【0049】なお、上述の実施の形態では、ビデオカメ

ラ 1 が自車両の後部に後側方に向けて取り付けられ、自車両 2 0 が走行している車線の隣の車線を走行している他車両 3 0 が自車両 2 0 を追い越して行く状態での衝突の危険を検出して警報するようにしているが、本発明は、ビデオカメラ 1 を自車両の前部に前方に向けて取り付けることによって、自車両の前方の他車両や障害物に自車両が接近して衝突する危険を、上述したと同様に着目エッジから検出したオブティカルフローにより衝突時間を算出することで、衝突の危険を警報するものにも等しく適用することができる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 に係る発明によれば、衝突の危険を判定して警報を発するため衝突時間の算出に使用するオブティカルフローの検出に、時間的に異なる 2 つの画像から検出した水平方向又は垂直方向の着目エッジを利用し、相関窓が大きくなるようにしているの、時間的に異なる 2 枚の画像の対応を検出する際の精度を向上することができるようにすると共に、検出しなければならないオブティカルフローの数が少なくなるようにしているの、画像処理の時間が減少するようになつて、衝突の危険性を高速に検出して適切に警報でき、危険回避のための行動を確実に実行することを可能にする車両用衝突警報方法が得られる。

【0051】また、請求項 2 に係る発明によれば、算出した衝突時間により、自車両に後側方より接近してくる着目エッジを有する他車両との衝突の危険を判定して警報を発することができるので、後側方より接近してくる他車両との衝突の危険性を高速に検出して適切に警報でき、危険回避のための行動を確実に実行することを可能にする車両用衝突警報方法が得られる。

【0052】また、請求項 3 に係る発明によれば、複数の他車両が前後して接近する場合に、接近車両を分離して検出できるので、後側方より接近してくる複数の他車両との衝突の危険性を高速にかつ的確に検出して適切に警報できる車両用衝突警報方法が得られる。

【0053】また、請求項 4 に係る発明によれば、着目エッジが大きく接近車両が近いときには 2 つの画像を取得する時間間隔を短くして検出処理を短くでき、着目エッジが小さく接近車両が遠いときには 2 つの画像を取得する時間間隔を長くして大きなオブティカルフローとして検出することができるので、より確実な警報が行えると共に、正確な衝突時間を算出することのできる車両用衝突警報方法が得られる。

【0054】また、請求項 5 に係る発明によれば、衝突の危険を判定して警報を発するため衝突時間の算出に使用するオブティカルフローの検出に、自車両から前方を撮像して取得した時間的に異なる 2 つの画像から検出した水平方向又は垂直方向の着目エッジを利用し、相関窓が大きくなるようにしているの、時間的に異なる 2 枚の画像の対応を検出する際の精度を向上することができ

るようになると共に、検出しなければならないオブティカルフローの数が少なくなるようにしているの、画像処理の時間が減少するようになつて、自車両が接近する着目エッジを有する他車両などのものとの衝突の危険性を高速に検出して適切に警報でき、危険回避のための行動を確実に実行することを可能にする車両用衝突警報方法が得られる。

【0055】また、請求項 6 に係る発明によれば、衝突の危険を判定して警報を発するため、危険判定手段が衝突時間の算出に使用する画像処理部によるオブティカルフローの検出に、時間的に異なる 2 つの画像から検出した水平方向又は垂直方向の着目エッジを利用し、画像処理手段において画像処理のために使用する相関窓が大きくなるようにしているの、画像処理により時間的に異なる 2 枚の画像の対応を検出する際の精度を向上することができるようになると共に、検出しなければならないオブティカルフローの数が少なくなるようにしているの、画像処理の時間が減少するようになつて、衝突の危険性を高速に検出して適切に警報でき、危険回避のための行動を確実に実行することを可能にする車両用衝突警報装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る車両用衝突警報方法及び装置を適用した車両用後側方監視装置の一実施の形態を示す図である。

【図 2】図 1 の車両用後側方監視装置を搭載した自車両が他車両とともに道路上を走行している場合の一例を示す図である。

【図 3】自車両後方に後ろ向きに取り付けられたビデオカメラのイメージプレーンの枠内に得られた時間的に異なる 2 枚の画像、から抽出される特徴点および F O E の一例を模式的に示す図である。

【図 4】イメージプレーン上における特徴点およびオブティカルフローの座標の関係を模式的に示す図である。

【図 5】検出されたエッジの画像から特徴量としての着目エッジの検出の仕方を説明するための図である。

【図 6】時間的に異なる 2 枚の画像の着目エッジからオブティカルフローを検出する方法を説明するための図である。

【図 7】自車両に接近してくる複数の他車両を衝突時間毎に分離して検出するための処理の仕方を説明するための図である。

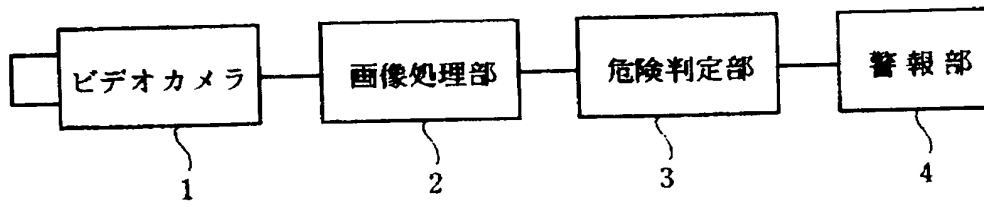
【図 8】本発明における画像処理及び危険判定の手順を要約して示すフローチャート図である。

【図 9】従来のオブティカルフローの求め方を説明するための図である。

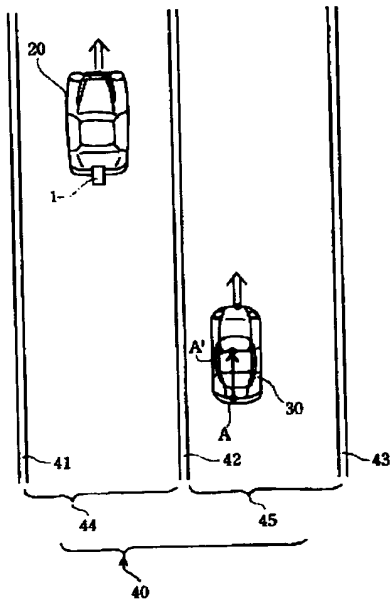
【符号の説明】

- 1 画像取得手段（ビデオカメラ）
- 2 画像処理手段（画像処理部）
- 3 危険判定手段（危険判定部）

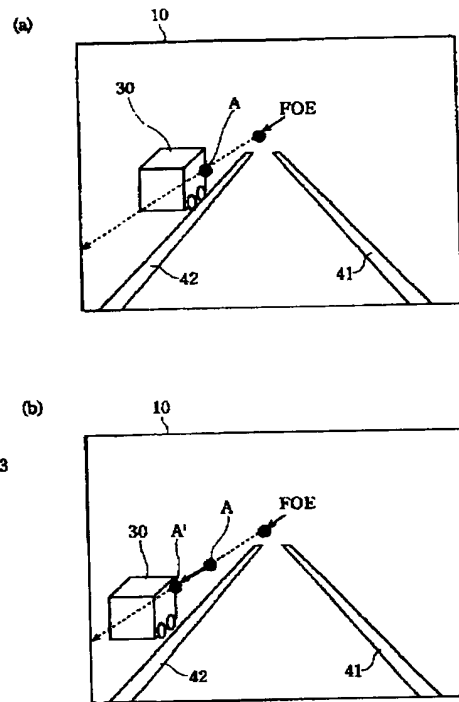
【図 1】



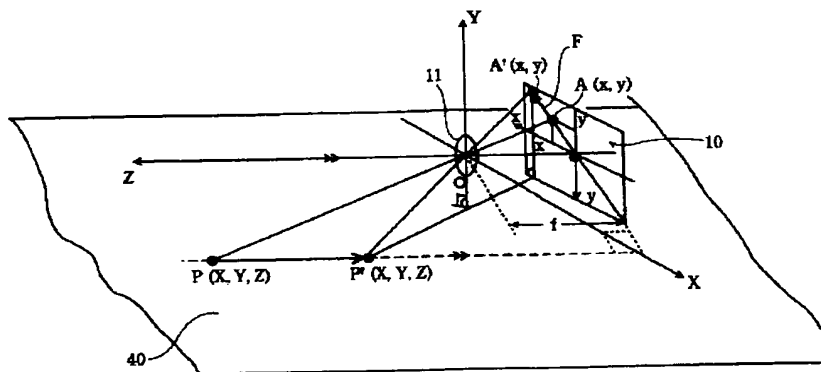
【図 2】



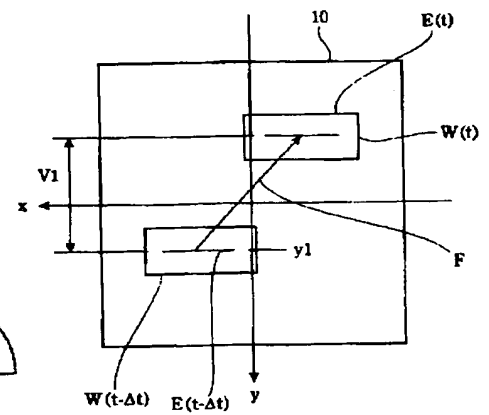
【図 3】



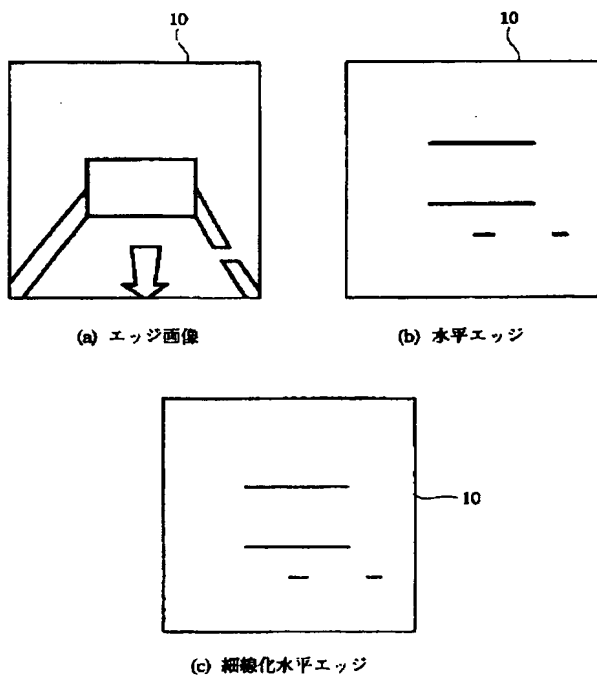
【図 4】



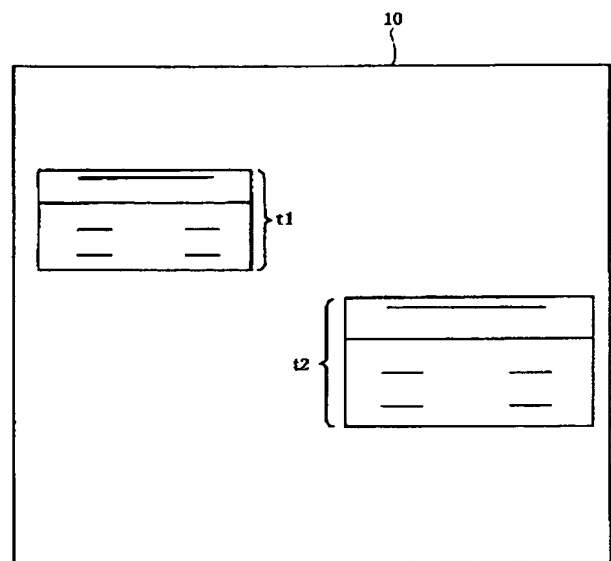
【図 6】



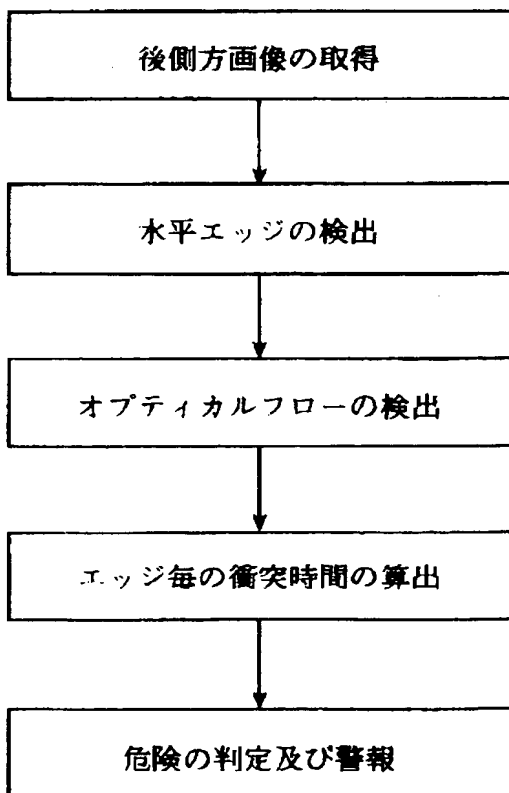
【図 5】



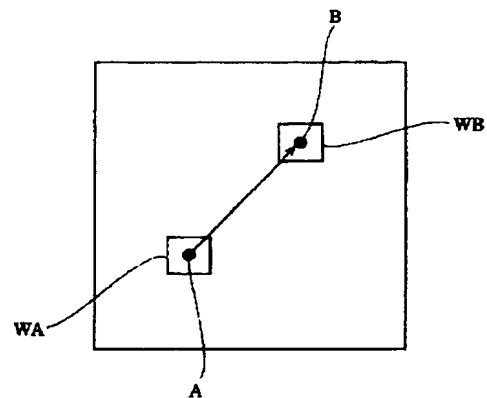
【図 7】



【図 8】



【図 9】



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)